Wachsthumsverhältnisse

&

Gefässbündelverlauf

der

Piperaceen.

Inauguraldissertation

von

Johann Ev. Weiss.

Regensburg 1876.

Neubauer'sche Buchdruckerei (F. Huber).

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554609_0092

Im Jahre 1864 veröffentlichte Sanio [1]) eine Abhandlung „über endogene Gefässbündelbildung", worin er am Eingange besonders ausführlich die anatomischen Verhältnisse und die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel bei den *Peperomieen* darlegt und im weiteren Verlaufe seiner Arbeit, gestützt auf seine Untersuchungen über den Gefässbündelverlauf von *Peperomia blanda*, zu dem Schlusse gelangt, dass die *Piperaceen* endogene, stammeigene Gefässbündel besitzen, die von einem Knoten bis zum andern durch ein Internodium hindurch verlaufen und an die markständigen und peripherischen Stränge des nächst tieferen und nächst höheren Internodiums vermittels Anastomosen sich ansetzen (ohne in die Blätter abzubiegen).

1) Bot. Zeit. 1864, 27—30. „Ueber endogene Gefässbündelbildung" von Dr. Carl Sanio.

Nur für die obersten Internodien fand Sanio bei *Peperomia blanda,* welche Pflanze er einer eingehenderen Untersuchung unterzog, eine Ausnahme der Art, dass auch markständige Gefässstränge in die Blätter abgehen. —

Ich unterlasse es, gleich beim Beginne meiner Arbeit näher auf die Resultate Sanio's einzugehen, da ich im Verlaufe meiner Darstellung Gelegenheit finden werde, die Ergebnisse der oben bezeichneten Abhandlung zu besprechen.

Sachs [1]) nimmt die Theorie Sanio's bezüglich des Gefässbündelverlaufes bei den *Piperaceen* in sein Lehrbuch auf, ohne sich näher über dieselbe auszusprechen.

Fed. Schmitz [2]) stimmt in seiner Abhandlung „über das Fibrovasalsystem im Blüthenkolben der *Piperaceen*" Sanio bei und sucht durch seine Ausführungen über den Gefässbündelverlauf im Blüthenkolben der *Piperaceen*, der allerdings vom Gefässbündelverlauf des vegetativen Sprosses einigermassen abweicht, die Lehre Sanio's zu stützen.

Die Bedenken, welche Herr Professor Dr. von Nägeli gegen die Schlüsse, welche Sanio aus den Ergebnissen seiner Arbeit gezogen hatte, hegte, bestimmten mich auf seinen Rath hin den Gefässbündelverlauf der *Peperomieen* einer erneuten Untersuchung zu unterziehen und wo möglich bei den von Sanio nicht näher in Betracht gezogenen *Pipereen* Thatsachen zu finden, die über die berührten Verhältnisse nähere Aufschlüsse zu geben im Stande wären. Für die Ausführung meines Vorhabens stand mir das mit Rücksicht auf *Piperaceen* besonders reichhaltige Material des Münchner kgl. bot. Gartens zu Gebote, so dass ich die günstigsten Objecte für meine Untersuchung auswählen konnte. —

Für die vorliegende Arbeit ergibt sich mir von selbst folgende Eintheilung. Ich musste in das Bereich meiner Untersuchung ziehen:

1. Die Anatomie des Stammes der *Piperaceen* mit besonderer Berücksichtigung der *Pipereen*, (im Anschlusse an die anatomischen Verhältnisse des Stammes werde ich in möglichster Kürze auch den Bau der Wurzel dieser Pflanzenklasse darlegen).

---

1) Sachs, Lehrbuch der Botanik, über das nachträgliche Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln. IV. Aufl. Seite 139.

2) Dr. Fed. Schmitz. „Das Fibrovasalsystem im Blüthenkolben der *Piperaceen.*

2. Den Haupttheil meiner Arbeit wird der Gefässbündelverlauf im Stamme und die Entwicklungsgeschichte der Gewebesysteme und der Fibrovasalstränge ausmachen. Daran schliesst sich.

3. die Vergleichung der sich ergebenden Resultate mit den Behauptungen Sanio's und anderer Forscher. —

Was die einschlägige Literatur anbelangt, so verweise ich auf den erschöpfenden und ausführlichen Bericht Sanio's hierüber, und ich habe wohl nicht nöthig, mich noch näher damit zu befassen; wo ich es jedoch für nothwendig erachte, werde ich die Resultate der Arbeiten einzelner Autoren einer Prüfung unterwerfen. —

I.

Anatomie des Stammes und der Wurzel der Piperaceen.

Mit Rücksichtnahme auf den inneren Bau lassen sich die *Piperaceen* in zwei Gruppen theilen, in die *Peperomieen*, krautartige Gewächse, welche auf dem ganzen Querschnitte im Grundgewebe zerstreut liegende Gefässbündel besitzen, und in die *Pipereen*, mehr holzartige Pflanzen, bei welchen die peripherischen Gefässstränge zu einem geschlossenen Gefässbündelring vereinigt sind, während die im Marke liegenden Fibrovasalstränge isolirt bleiben. Die *Peperomieen* nähern sich hiemit bezüglich der Anordnung der Gefässstränge dem Typus der Monocotylen, während die *Pipereen* sich dem Typus der Dicotylen anschliessen.

Dieser natürlichen Gruppirung zu Folge behandle ich die *Peperomieen* und *Pipereen* getrennt, was um so mehr geboten erscheint, als Sanio die Anatomie von *Peperomia blanda* ziemlich ausführlich besprach, und ich mich im wesentlichsten darauf beschränken kann, die von mir beobachteten neuen Thatsachen den Resultaten Sanio's anzufügen; die Wachsthumsverhältnisse und den Bau der *Pipereen* dagegen muss ich einer eingehenden Besprechung unterziehen, da Sanio sich nicht näher damit befasste und selbst durch Unger [1]), der über *Piperaceen* eine ziemlich ausführliche Arbeit geliefert hat, die Anatomie eine besondere Würdigung nicht fand.

---

1) Unger. Ueber den Bau und das Wachsthum des Dicotyledonen-Stammes. §. 38. f. f.

I. *Peperomieen.*

Sanio hat bei der Darstellung der Anatomie der *Peperomieen* *Peperomia blanda* näher beschrieben; leider konnte ich mir die nämliche Pflanze für meine Untersuchung nicht verschaffen. Im allgemeinen kann ich die von Sanio aufgeführten Ergebnisse bezüglich des anatomischen Baues durch meine eigene Untersuchung an 10 Pflanzen dieser Gattung bestätigen. Zur Darlegung des Baues bei den *Peperomieen* wähle ich *Peperomia variegata* R. et Pav.

Da es nicht in meiner Absicht lag, auf den Zellinhalt nach der ausführlichen Beschreibung desselben von Sanio näher einzugehen, so suchte ich durch Behandlung mit Kalilauge und Salzsäure die Schnitte möglichst durchsichtig zu machen; in Folge dieser Operation quellen die Stärkekörner, und die Krystalle werden in den feineren Schnitten regelmässig gelöst. Das Verfahren, welches ich dabei einschlug, war, dass ich die Schnitte eine Minute lang in nicht allzu verdünnter Kalilauge liegen liess und sie dann für eine ebenso lange Zeit in Salzsäure legte; damit erhielten die Präparate fast regelmässig die wünschenswerthe Durchsichtigkeit. —

Ein Querschnitt durch ein älteres Internodium zeigte, dass bei *Peperomia variegata* die Epidermis aus zwei Zellschichten besteht, was sich aus der genau radialen Lage der Zellen erschliessen lässt.

Dass die inneren Epidermiszellen unzweifelhaft durch tangentiale Theilung aus der ursprünglichen Epidermiszelle sich bildeten, habe ich auf Querschnitten durch jüngere Internodien beobachtet. Es besteht die Epidermis in jüngeren Stadien aus nur einer Zellschicht und nur hie und da sieht man, wie eine Epidermiszelle sich bereits in zwei durch eine tangentiale Längswand getheilt hat; die daneben liegenden noch ungetheilten Epidermiszellen nehmen in radialer Richtung denselben Raum ein, wie die beiden Tochterzellen der ursprünglichen Epidermiszelle. Eine aus zwei Zellschichten bestehende Epidermis fand ich bei dieser Pflanzengattung ausserdem noch bei *Peperomia amplexifolia* Dietr., *Pep. brachyphylla* Dietr., *galioides* Kunth., *urocarpa* Fi. et M., *obtusifolia* Dietr., und *inaequalifolia*. Nach Sanio besitzt auch *Peperomia blanda* eine doppelte Epidermis. Bei *Pep. rubella* sah ich nur eine einschichtige Epidermis.

Wo Phellogenbildung bereits aufgetreten war, wie z. B. bei *Pep. variegata*, bemerkte ich, dass dieselbe stets in der äusseren

Epidermiszelle ihren Anfang nimmt und von da nach innen fortschreitet.

Unmittelbar an die Epidermis schliesst sich das Collenchym an, welches bei allen *Peperomieen* einen ununterbrochenen Ring bildet; je nach der Dicke des Stammes ist das Collenchym mehr oder weniger mächtig; bei *Pep. variegata*, welche den dicksten Stengel besitzt, umfasst es 6—8, bei den kleinen Pflanzen, wie *Pep. rubella*, *galioides* nur 3, seltener 4 Zellenreihen. In älteren Stämmen, wenn namentlich in Folge des Dickenwachsthums die Collenchymzellen in tangentialer Richtung eine Streckung erfahren, beobachtet man nicht selten eine Theilung durch radial gestellte Längswände; *Pep. brachyphylla*, von welcher ich mir einen verhältnissmässig sehr alten Stamm verschaffen konnte, zeigte solche Theilungen im Collenchym ziemlich häufig.

Um mir über Länge und Natur der Collenchymzellen Kenntniss zu verschaffen, machte ich durch ein älteres Internodium bei *Peperomia variegata* Längsschnitte. Wie Sanio richtig in seiner Arbeit bemerkt, besitzt das Collenchym im Vergleiche mit den besonders in den Ecken verdickten Längswänden zarte Querwände. Soviel mir bekannt ist, sind bei verdickten Zellen stets die ursprünglichen Längs- und Querwände gleich ausgebildet, nur nachträgliche Querwände, wie man sie beim dickwandigen Bast und bei den Holzzellen (Libriform) nicht selten beobachtet, sind weniger stark verdickt und desshalb auch als sekundäre Wände zu erkennen; der Umstand ferner, dass auch die nachträglichen Längswände, wie ich sie im Collenchym bei *Pep. brachyphylla* sah, nicht stärker verdickt sind als die zarten Querwände, brachte mich auf den Gedanken, dass die ursprünglichen Horizontalwände der Collenchymzellen nicht identisch seien mit den zahlreichen, zarten Querwänden. Bei genauerer Beobachtung sah ich denn auch, dass die ursprünglichen Querwände, ebenso wie die Längswände, stark verdickt und bei langen Internodien in Folge des beträchtlichen Längenwachsthums der einzelnen Zellen bedeutend schief gestellt sind und verjüngt endigen, d. h. dass die ursprüngliche Collenchymzelle prosenchymatisch geworden ist. Für die prosenchymatische Natur des Collenchyms spricht ferner noch der Umstand, dass die seltneren und besonders schwer zu erkennenden Poren in der Richtung der Längsaxe der Zellen spaltenförmig in die Länge gezogen erscheinen. Diese Verhältnisse machen es unzweifelhaft, dass das Collenchym seiner Natur nach prosenchymatisch ist, wie ich diess bei allen von mir

untersuchten *Piperaceen* auch gefunden habe, und dass die zarten horizontalen Querwände erst später entstehen, wodurch dem Collenchym allerdings ein parenchymatisches Aussehen verliehen wird. Längsschnitte durch die auf einander folgenden jüngsten Internodien zeigen den Uebergang des ursprünglichen Parenchyms in Prosenchym deutlich. Bezüglich der Länge der prosenchymatischen Collenchymzelle und ihrer Zuspitzung der Enden will ich bemerken, dass beide Umstände von der Länge der Internodien abhängig sind. Sind die Internodien sehr kurz, so ist das Collenchym von echtem Parenchym kaum zu unterscheiden.

Im Stamme der *Peperomieen* beobachtete ich nur prosenchymatisches Collenchym. Bei Besprechung der *Pipereen* werde ich Gelegenheit finden, nochmals auf diesen Punkt zurückzukommen.

Innerhalb des Collenchyms füllt den ganzen Stamm durchaus gleichartiges Grundgewebe aus, das aus dem Meristem des Scheitels sich bildet und welches besonders in älteren Stadien durch Theilung nach allen Richtungen hin sich vermehrt. Bei der vollkommenen Gleichartigkeit des Grundgewebes scheint mir eine Trennung in Mark und Rinde ungerechtfertigt, da sich eine Grenze nicht ziehen lässt.

In diesem Grundgewebe liegen zerstreut die Gefässbündel, deren Zahl sowohl in den einzelnen Internodien derselben Pflanze, wie Sanio und Unger richtig bemerken, als auch ganz besonders bei den verschiedenen Arten, wechselt. Mit Rücksicht auf den letzteren Punkt kann im Allgemeinen als Regel aufgestellt werden, dass die Zahl der Stränge mit der Grösse des Stengelumfanges der einzelnen Pflanzen zunimmt; allein selbst diese so natürliche Regel erleidet eine Ausnahme gerade bei *Peperomia variegata*. Während ein Internodium von *Peperomia incana* bei 8 mm. Durchmesser 31 und von *Pep. amplexifolia* bei 8½ mm. Durchmesser sogar 42 Stränge besitzt, hat. *Pep. variegata* bei einem ebenso grossen Durchmesser nur 15 Gefässbündel. Für die übrigen Arten dieser Gattung gilt obige Regel. Die durch gleichartiges Grundgewebe von einander getrennten Gefässstränge stehen in mehr oder weniger unregelmässigen Kreisen; bei den meisten *Peperomieen* lassen sich zwei Kreise unterscheiden; so haben *Peperomia galioides, Pep. rubella* und *brachyphylla* z. B. deren zwei, *Pep. variegata* auch meist zwei, seltener drei, *Pep. incana* und *obtusifolia* lassen 4—5, allerdings ziemlich unregelmässige Kreise erkennen.

Die Bündel der einzelnen Kreise alterniren meist mit einander, besonders wenn bloss zwei Kreise sich finden. Die Angabe Sanio's in Betreff der Anordnung und Lage des Xylems und Phloëms, dass nemlich das Xylem der Axe, das Phloëm der Peripherie zugekehrt sei, kann ich für die *Peperomieen* bestätigen; ebenso stimme ich Sanio bezüglich der von ihm angeführten Thatsache bei, dass jeder einzelne Gefässbündel von einer Scheide dünnwandiger Zellen umkleidet ist, welche da, wo sie das Phloëm umgeben, kleiner sind als da, wo sie das Xylem umschliessen.

Ferner kann ich bestätigen, dass die Zellen der Gefässbündelscheide, aus dem Procambium entstehend, zuerst in Dauergewebe übergehen. Ausserhalb der nie fehlenden Gefässbündelscheide beobachtete ich bei einigen *Peperomieen* eine Schutzscheide (Caspary [1]), Strangscheide Sachs). Dieselbe zeichnet sich bekanntlich durch einen auf dem Querschnitte erscheinenden dunklen Punkt in den an einander grenzenden radialen und horizontalen Wänden ihrer Zellen aus, der durch das Ineinandergreifen der gewellten Membran erzeugt wird. Da hierüber Sanio nichts erwähnt, scheint sie sich bei *Peperomia blanda* nicht zu finden. Diese Schutzscheide, wohl zu unterscheiden von der bereits erwähnten Gefässbündelscheide, gehört unzweifelhaft zum Grundgewebe, wie sich stets sowohl im Stamme als ganz besonders in der Wurzel, wo sie vorkommt, nachweisen lässt. Die Schutzscheide nun, welche sich bei den *Pipereen* fast ausnahmslos findet, zeigt bei den *Piperaceen* das eigenthümliche, dass sie entweder um den ganzen Gefässbündelkreis (*Pipereen*), oder den einzelnen Gefässbündel ganz herumgeht (*Peperomieen*), oder aber bloss die ausserhalb des Xylems liegende Partie des Gefässbündels, also Phloëm und Cambium umschliesst; sie stellt mithin in diesem Falle einen Halbkreis dar. Ganz umschliesst die Schutzscheide den Gefässbündel bei *Pep. rubella* und *Pep. obtusifolia;* eine partielle nur Phloëm und Cambium umschliessende Schutzscheide beobachtete ich bei *Peperomia urocarpa, inaequalifolia* und *arifolia* (var. *argentea*) die übrigen von mir näher untersuchten Pflanzen dieser Gattung nemlich *Pep. incana, galioides, variegata, brachyphylla* und *amplexifolia* besitzen eine Schutzscheide nicht.

---

1) Caspary; Die Hydrilleen. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. I. B. 3. H. S. 441 ff.

Ich gehe nun zur Betrachtung der Gefässbündel selbst über In der Regel sind die Gefässbündel des äusseren Kreises mächtiger entwickelt als die des inneren, doch machen hievon *Peperomia brachyphylla*, *rubella* und *galioides* eine Ausnahme; der Grund hiefür wird sich bei der Beschreibung des Gefässbündelverlaufes zeigen; einstweilen will ich nur bemerken, dass er in der geringen Zahl der markständigen Stränge zu suchen ist. Wie schon bemerkt, kann man sagen, dass da, wo zwei Gefässbündelkreise sind, die Stränge des äusseren und inneren Kreises mit einander alterniren; sind mehr als zwei Kreise vorhanden, so stehen die Stränge des 1. und 3. und des 2. und 4. Kreises, in der Regel wenigstens, in radialen Reihen. Jedenfalls lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Anordnung nicht verkennen, die denn auch im Laufe meiner Darstellung ihre Erklärung finden wird. Wie Sanio richtig bemerkt, nimmt die Zahl der Stränge in den Gefässbündelkreisen in centripetaler Richtung ab.

Jeder einzelne Gefässbündel besteht aus Xylem und Phloëm; letzteres erreicht oft, wie es z. B. gerade bei *Pep. variegata* der Fall ist, eine verhältnissmässig bedeutende Ausdehnung. Im Phloëm lassen sich zwei differente Gewebe unterscheiden, ein zartwandiges, weitmaschiges oder auch collenchymatisch verdicktes Gewebe, welches Sanio mit dem Worte Bast bezeichnet, und ein engmaschiges, unmittelbar ausserhalb des Cambiums gelegenes dünnwandiges Gewebe, der dünnwandige Bast oder die „Leitzellen" nach Sanio; ich werde letzteres Gewebe im Laufe meiner Abhandlung kurzweg Phloëm nennen.

Eine Verdickung des Bastes tritt aber nicht bei allen Pflanzen dieser Gattung ein und wo sie auftritt, ist sie collenchymatisch, d. h. die Zellen erscheinen in den Ecken stark verdickt, und die Substanz der Membran zeigt dasselbe Verhalten wie beim Collenchym. Einen derartigen Bast fand ich, mehr oder weniger mächtig, bei *Peperomia variegata*, *amplexifolia*, *incana*, *obtusifolia*, *inaequalifolia* und *urocarpa*, also vorzüglich bei denjenigen Gewächsen, die einen dickeren Stamm besitzen. Bei den übrigen *Peperomieen* vertritt ein gegenüber dem eigentlichen Phloëm mehr weitmaschiges, zartwandiges Gewebe den Bast. Diese beiden, die Stelle des dickwandigen Bastes vertretenden Gewebearten sind prosenchymatisch und langgestreckt.

Betrachtet man die collenchymatisch verdickten Bastzellen auf dem Längsschnitte, so geben sie sich auch bezüglich der Poren

als ächte Collenchymzellen zu erkennen; die Poren sind nemlich spaltenförmig und in der Richtung der Längsaxe in die Länge gezogen, stehen mithin longitudinal, gerade so wie ich es für das Collenchym angegeben habe. Dieser Bast bleibt während der ganzen Lebensdauer der Pflanze collenchymatisch, eine nachträgliche Umbildung in eigentlichen dickwandigen Bast findet nicht statt; eine ähnliche Bildung des Bastes fand Schwendener [1]) auch bei *Phlox paniculata* und *Lycium barbarum*. Bei den *Peperomieen* stellen mithin das Collenchym und der collenchymatische Bast die specifisch mechanischen Zellen dar.

Schwendener bezeichnet in seinem soeben citirten Werke als specifisch mechanische Zellen den dickwandigen Bast, das diesem gleichwerthige Libriform, und als schwächsten Repräsentanten, das Collenchym, und er suchte im Laufe seiner Abhandlung den Beweis zu liefern, dass Collenchym in Bast überzugehen vermag, je nachdem es das mechanische Princip verlangt. Das, was Schwendener zum Beweise für seine Theorie, dass nemlich das Collenchym den Bast vertreten und Collenchym in Bast überzugehen vermag, fand, ist in ganz ausgezeichneter Weise bei den *Piperaceen* zu beobachten. Vorerst will ich bezüglich der mechanischen Elemente für die *Peperomieen* die Thatsache konstatiren, dass ausser Collenchym und collenchymatischem Baste specifisch mechanische Zellen bei dieser Pflanzengattung nicht vorkommen, und dass diese beiden Elemente im geraden Verhältnisse zur Dicke des Stengels sich finden. —

Die zweite Gewebeart ausserhalb des Cambiums stellt das Phloëm dar, welches Sanio in seiner Arbeit „Leitzellen" nennt. Unter Phloëm verstehe ich alles dünnwandige, entweder vom Procambium oder vom eigentlichen Cambium (Reihencambium) gebildete Gewebe, welches aussen oft von dickwandigem Baste oder dessen Stelle vertretenden prosenchymatischen Elementen umschlossen wird. Soweit bei den *Peperomieen* das Phloëm vom Reihencambium gebildet wird, ist es weitmaschiger als das äussere, vom Procambium erzeugte Phloëm. Das Phloëm scheint nur aus Parenchym zu bestehen, da ich Prosenchym nie beobachtet habe. Den weitaus grössten Theil dieses Parenchyms machen die Siebröhren aus. In der schon wiederholt citirten Arbeit Sanio's bemerkt derselbe, dass er einmal eine Siebröhre bei *Peperomia blanda* gesehen zu haben glaubt, dass er sich

1) Mechanisches Princip im anatomisehen Bau der Monocotylen. I. Cap.

aber nicht volle Gewissheit habe verschaffen können: ich habe gerade darauf Rücksicht genommen und kann als Thatsache hinstellen, dass ich bei allen von mir einer Untersuchung unterzogenen *Peperomieen* und *Pipereen* deutlich die Siebröhren gesehen habe, nicht nur auf dem Längsschnitte, sondern auch sehr häufig auf dem Querschnitte; die meist horizontal, seltener etwas schief stehenden Siebplatten sind gegenüber den Längswänden der Siebröhren stark verdickt und mit vielen kleinen Poren versehen; man muss übrigens, um die Siebplatten mit den Punkten deutlich zu sehen, eine 600 malige Vergrösserung anwenden. Fig. 1 meiner Abbildungen zeigt Siebröhren von *Pep. amplexifolia* auf dem Längs- und Querschnitte. —

Das Xylem der Gefässbündel besteht aus Gefässen und aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen; die Gefässe allein sind im Stamme der *Peperomieen* verholzt. Je nach der Grösse der Gefässbündel ist auch die Zahl der Gefässe verschieden; bei *Pep. variegata* zählte ich in einem Bündel 45 Gefässe; bei kleineren Strängen steigt natürlich diese Zahl nicht so hoch; manchmal finden sich, besonders bei kleineren Pflanzen nur wenige Gefässe. Es finden sich Ring-, Spiral-, Netz- und Treppengefässe, in sehr alten Internodien scheinen auch Uebergänge von Treppen- zu Porengefässen vorzukommen. Nachdem ich nun die den Gefässbündel zusammensetzenden Elemente besprochen, will ich mir nur noch erlauben, einzelne Bemerkungen bezüglich des Unterschiedes der zerstreuten Gefässbündel bei den Monocotylen und *Piperaceen* zu machen. Die zerstreuten Gefässstränge der *Peperomieen* und die zerstreuten, markständigen Stränge bei den *Piperaceen* unterscheiden sich wesentlich vom Gefässbündeltypus der Monocotylen durch das Reihencambium oder Cambium schlechthin; während nemlich die Gefässbündel der Monocotylen bekanntlich nie Cambium besitzen, also einzig und allein ein Produkt des Procambiums sind, tritt bei den zerstreuten Gefässbündeln der Dicotylen noch Cambium auf. Was das Dickenwachsthum der Gefässbündel bei den *Peperomieen* selbst betrifft, so kann ich konstatiren, dass sich selbst noch in sehr alten Stämmen die Thätigkeit des Cambiums zu erkennen gibt; bei *Pep. brachyphylla*, wo ich mir die ältesten Querschnitte verschaffen konnte und in den älteren Stadien aller *Peperomieen* lässt sich noch Theilung im Cambium, allerdings nicht sehr häufig, erkennen; man beobachtet an der Grenze von Phloëm und Xylem, also im Cambium, einzelne sehr zarte Zellwände; der Umstand, dass die Collenchymzellen sich

in tangentialer Richtung strecken und dass auch das Grundgewebe durch allseitige Theilung sich vermehrt, spricht meiner Ansicht nach ebenfalls für das Dickenwachsthum der zerstreuten Gefässbündel. Würde nicht noch ziemlich spät Theilung im Cambium erfolgt sein, so müssten die Zellmembranen der dem Cambium zunächst liegenden Phloëmpartien ziemlich gleichmässig dick sein. Den schlagenden Beweis für das Dickenwachsthum der markständigen Stränge werde ich übrigens erst bei Darlegung der Verhältnisse im Stamme der *Pipereen* erbringen.

Damit wären die anatomischen Verhältnisse der *Peperomieen*, wie sie der Quer- und Längsschnitt durch ältere Internodien zeigt, im wesentlichsten dargelegt.

II. *Pipereen.*

A. Internodium.

Mit der Bezeichnung „*Pipereen*" umfasse ich die zweite grosse Abtheilung der *Piperaceen*, welche einen durch rings herum gehendes Cambium geschlossenen peripherischen Gefässbündelkreis besitzen. Ich konnte von den Gattungen *Chavica*, *Piper* und *Artanthe* einzelne Pflanzen einer eingehenden Untersuchung unterziehen und bin durch Beiziehung von je einer Pflanze aus den Gattungen *Cubeba* und *Ottonia* zu der Ueberzeugung gelangt, dass auch die übrigen Gattungen mit Rücksicht auf den anatomischen Bau in den wesentlichsten Momenten mit den obigen Gattungen übereinstimmen.

Da in dem mir zugänglichen münchener botanischen Garten die *Cubeba*- und *Ottonia*-Arten nicht näher bestimmt waren, unterlasse ich es, mich eingehender mit ihnen zu befassen. Von den drei oben bezeichneten Gattungen untersuchte ich bezüglich des anatomischen Baues folgende Pflanzen näher:

Chavica Roxburghii Miq., *Chavica Betle* Miqu., *Artanthe cordifolia* Miqu., *Piper geniculatum* Sw., *Pip. bullatum* Pth., *Piper rivinoides* Kth., *Pip. Bredemeyeri* Jaqu., und *Pip. Carpunya* R. et Pav. Alle diese Pflanzen zeigen in anatomischer Hinsicht eine grosse Uebereinstimmung und nur in einzelnen, mit Rücksicht auf die vorliegende Frage minder wichtigen Punkten, findet sich eine Verschiedenheit, so namentlich bezüglich des Collenchyms und rücksichtlich der Zahl und Anordnung der Gefässbündel.

Auch hier wähle ich für meine Untersuchung eine ganz besonders regelmäsig gebaute Pflanze, nemlich *Chavica Roxburghii*

und im Verlaufe der Darstellung dieser Pflanze bezüglich des anatomischen Baues werde ich an geeigneter Stelle den Unterschied derselben vom Baue der übrigen *Piperaceen* angeben. —

Die Epidermis stellte bei *Chavica Roxburghii* eine einfache Zellreihe dar; wenn auch hier zwischen Collenchym und Epidermis eine meist 1, selten 2 Zellreihen umfassende Aussenrinde liegt, (mit Beziehung auf das Collenchym bezeichne ich die Rinde ausserhalb des Collenchyms als Aussenrinde, die primäre Rinde innerhalb desselben als Innenrinde,) so lässt sich diese Rindenschicht gleichwohl nicht als durch Theilung der Epidermis gebildet erkennen; weder die Stellung zu den Epidermiszellen noch auch die Entwicklung lässt einen derartigen Schluss zu; vielmehr kann man in den jüngsten Stadien der Entwicklung der Gewebearten erkennen, dass diese Rindenschicht aus einer Zelllage entsteht, welche durch allseitige Theilung noch Collenchym nach innen bildet. Diese Aussenrinde nun ist bei den anderen *Pipereen* in grösserer Mächtigkeit vorhanden; so umfasst sie bei *Pip. bullatum* 5—6 Zellreihen; gewöhnlich sind in der Aussenrinde die Zellwände gleichmässig verdickt und erweisen sich dadurch, sowie durch den sehr häufigen Mangel an Intercellularräumen als von der Innenrinde einigermassen verschieden; *Pip. geniculatum* besitzt jedoch in geringer Menge auch in der Aussenrinde Intercellularräume.

Die Phellogenbildung beginnt bei *Chavica Roxburghii* und *Piper Carpunya* in der Epidermis, bei *Pip. geniculatum*, *bullatum* und *Artanthe cordifolia* in der unmittelbar innerhalb der Epidermis gelegenen Zellreihe.

Bei allen *Pipereen* findet sich Collenchym, mehr oder weniger mächtig, je nach der Dicke des Stammes; es stellt aber nicht immer einen ununterbrochenen Ring dar, wie bei den *Peperomieen*, sondern ist, wie z. B. bei *Chavica Roxburghii* durch Rindenpartien in einzelne Gruppen zertheilt. Ich bemerke ausdrücklich, dass diese Gruppen von Collenchym nicht etwa dadurch entstehen, dass in Folge des nachträglichen Dickenwachsthums einzelne Rindenzellen sich einschieben und sich nachher in tangentialer Richtung strecken, wodurch eine Trennung des ursprünglich geschlossenen Collenchymringes bewerkstelligt wird, welche Erscheinung man manchmal bei andern Pflanzen beobachten kann, sondern dadurch dass, wie ich bei *Chav. Roxburghii* auf das deutlichste gesehen habe, gleich vom Anfange an Collenchym nur in einzelnen Gruppen gebildet wird. Bezüglich der Collenchympartieen lässt

sich da, wo nicht ein ununterbrochener Ring vorhanden ist, im allgemeinen rücksichtlich ihrer Lage erkennen, dass sie ausserhalb der Gefässbündel sich finden; machmal umschliesst eine Collenchympartie sogar mehrere Gefässstränge; seltener bemerkt man ausnahmsweise, dass eine Collenchympartie nur ausserhalb der grossen Markstrahlen liegt. — Das Collenchym besteht bei *Chavica Roxburghii* in älteren Stadien aus zwei heterogenen, wesentlich verschiedenen Elementen, nemlich aus dickwandigen Bastzellen und aus eigentlichen Collenchymzellen; biede Zellarten stehen aber in genetischem Zusammenhange. Querschnitte durch die jüngsten Internodien zeigen nemlich, dass alle Zellen des Collenchyms gleichartig sind; erst im 4. und 5. Internodium zeigt sich eine Differenzirung der Art, dass bei einzelnen Zellen die Membran von innen nach aussen eine Umwandlung von Collenchymsubstanz in Holzsubstanz erfährt, welch letztere sich sichtlich durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnet. Da, wo mehrere derart umgewandelte Zellen aneinander grenzen, bemerkt man sehr häufig noch die ursprüngliche Collenchymsubstanz als Intercellularmasse, besonders in den Ecken. Um den Unterschied dieser beiden Elemente auch auf dem Längsschnitte studiren zu können, machte ich durch die jüngsten auf einanderfolgenden Internodien eines Zweiges von *Chavica Roxburghii* Längsschnitte und fand dabei folgende Thatschen. Ein Längsschnitt durch das zweitjüngste Internodium zeigte alle Collenchymzellen ganz gleichartig prismatisch, in der Richtung der Längsaxe gestreckt und parenchymatisch; aber schon im 3. Internodium gewahrte ich, dass die anfänglich horizontalen Querwände ein wenig schief wurden. Dieses Schiefwerden der Querwände dauerte fort bis zur vollständigen Ausbildung der Zellen, die offenbar mit dem Aufhören des Wachsthums der Internodien zusammenfällt. Sowohl die eigentlichen Collenchym-Zellen als auch die in Bast übergehenden Zellen werden prosenchymatisch. Die Bastzellen unterscheiden sich aber auf dem Längsschnitte von den Collenchymzellen noch wesentlich einmal durch die verdickte und verholzte Membran, dann durch die spaltenförmigen, linksschiefen Poren und endlich durch die nachträgliche Quertheilung; denn die dickwandigen Bastzellen theilen sich einmal, höchstens zweimal bei bedeutender Länge der Zellen, manchmal selbst gar nicht; bei den Collenchymzellen dagegen herrscht das Bestreben, sich durch nachträgliche Querwände zu theilen, in erhöhtem Grade vor. So theilten sich bei *Chavica Roxburghii* die Collenchymzellen meist

durch 5—6 Querwände. Sowohl bei den dickwändigen Bastzellen als auch bei den Collenchymzellen erkennt man die secundären Querwände an ihrer Zartheit, während die verjüngt endigenden primären Wände ebenso stark verdickt erscheinen wie die Längswände. Eine derartige Metamorphose von Collenchym in dickwandigen Bast kann man nicht selten bei verholzten Pflanzen beobachten. Was nun die Lage dieser Bastzellen im Collenchym anbelangt, so liegen sie auf der inneren Seite desselben, entweder zerstreut zwischen den Collenchymzellen oder aber sie bilden einen fast ununterbrochenen Ring. Manchmal ist die Zahl dieser Bastzellen im Collenchym nur ganz gering, wie bei *Artanthe cordifolia* und *Chavica Betle*; in grösserer Menge finden sie sich in den inneren 2—3 Zellreihen des Collenchyms bei *Chav. Roxburghii* und *Pip. Bredemeyeri*. Bei *Pip. rivinoides* und *Pip. Carpunya* ist das Collenchym vollständig in dickwandigen Bast umgebildet, nur selten beobachtet man noch eine dazwischen oder besonders aussen gelegene Collenchymzelle. Bei *Pip. geniculatum* und *Pip. bullatum* erleidet das Collenchym eine derartige Umwandlung in Bast nicht. —

Die Innenrinde, welche mehr oder weniger mächtig sein kann, schliesst in den meisten Fällen mit einer Schutzscheide ab und grenzt ausserhalb der Gefässbündel an den Basttheil, zwischen zwei Gefässbündeln aber an die Cambiummutterzellen, da nur selten und auch dann meist nur rechts und links von den Gefässbündeln vom Procambium gebildete Zellen zwischen Rinde und Cambiummutterzellen liegen.

Wie bei den *Peperomieen* findet sich auch bei den *Pipereen* meist eine Schutzscheide und zwar geht sie, einen Kreis bildend, entweder um den ganzen Gefässbündelring herum oder sie umgiebt als partielle Schutzscheide nur das Phloëm der Gefässbündel, und den ausserhalb desselben gelegenen dickwandigen Bast oder dessen stellvertretende Elemente. Den ganzen Gefässbündelkreis umgibt sie bei *Chavica Roxburghii*, *Chav. Betle*, *Pip. Bredemeyeri*, *geniculatum*, *bullatum* und *Artanthe cordifolia*; bei *Pip. Carpunya* geht sie nur um den dickwandigen Bast und um das Phloëm; bei *Pip. rivinoides* sah ich eine Schutzscheide nicht. Die im Marke zerstreuten Gefässbündel besitzen bei den untersuchten *Pipereen* keine Schutzscheide, während ich sie bei den *Peperomieen*, wie erwähnt, auch um die markständigen Stränge sah. Um in Betreff der Schutzscheide zum Abschlusse zu kommen, will ich bemerken, dass ich sie in den Wurzeln der

Peperomieen und *Pipereen* ebenfalls fand; dagegen ist sie in den stark angeschwollenen Stengelknoten von *Pip. Carpunya* und *geniculatum* nicht zu finden. Nachdem ich so das Verhältniss der Schutzscheide in Stamm und Wurzel studirt hatte, war es mir interessant, auch die Gefässbündel der Blätter und Blattstiele bezüglich dieser eigenthümlichen Zellschicht zu untersuchen: allein obwohl ich 8 Pflanzen, theils *Peperomieen*, theils *Pipereen* einer eingehenden Untersuchung unterzog, nämlich *Chavica Roxburghii* und *Chav. Betle*, *Pip. Carpunya*, *geniculatum* und *Bredemeyeri*, *Peperomia rubella*, *arifolia* und *Pep. brachyphylla* (letztere besitzt auch im Stamme eine Schutzscheide nicht), so konnte ich in den Blättern und Blattstielen eine Schutzscheide nicht sehen; sie ist in ihrem Vorkommen folglich auf Stamm und Wurzel beschränkt. — Ich wende mich nunmehr zur Beschreibung der Gefässbündel der *Pipereen*. Da Sanio in seiner Abhandlung auf den anatomischen Bau der *Pipereen* wegen Mangel an Material nicht näher einging, so dürfte es angezeigt erscheinen, dass ich auf diese Verhältnisse besondere Rücksicht nehme und so gut es geht, einen Vergleich bezüglich des Gefässbündelbaues der einzelnen *Pipereen* ziehe. Ausführlich jedoch werde ich wie bisher *Chav. Roxburghii* behandeln.

Durchschneidet man ein sehr junges Internodium von *Chavica Roxburghii*, so beobachtet man auf dem Querschnitte einen hellen Ring von zarten Zellen ohne Intercellularräume, den Verdickungsring im Sinne Sanio's, in welchem einzelne Procambiumstränge in gewisser Ordnung liegen. Der innerhalb des Procambiums gelegene Theil des Verdickungsringes wird von Sanio Innenscheide genannt, der ausserhalb desselben, nur das Phloëm umgebend, Aussenscheide. Dieser Verdickungsring bildet, da er innerhalb der peripherischen Stränge, und zwischen den Gefässbündeln auch etwas seitlich davon, einen vollständigen Ring darstellt, eine scharfe Grenze zwischen Rinde und Mark. Die Angabe Sanio's, dass bei den *Peperomieen* zuerst einzelne Stränge des peripherischen Gefässbündelkreises ausgebildete Gefässe zeigen, (ich füge sogleich an, dass diess die Hauptstränge sind, welche in das Blatt ausbiegen) und dass erst später die markständigen, isolirten Stränge und damit gleichzeitig oder noch später einzelne kleine Gefässbündel des peripherischen Kreises die ersten ausgebildeten Gefässe zeigen, kann ich auch für die *Pipereen* bestätigen. Im Laufe meiner Arbeit werde ich auch auf dieses Verhältniss der peripherischen und markständigen Stränge noch vielfach zu sprechen

kommen. Kehren wir nunmehr zur Innenscheide und zu dem ausserhalb des Phloëms gelegenen Theil derselben zurück. Die Innenscheide besteht bei *Chav. Roxburghii* aus 6—8 Zellreihen und ist im allgemeinen innerhalb des Xylems der Gefässbündel mächtiger als zwischen den einzelnen Gefässbündeln. Die Zellen der Innenscheide verholzen später bedeutend, wie ein Querschnitt durch einen älteren Zweig zeigt. In Folge des Längenwachsthums der Internodien strecken sich die ursprünglichen Zellen dieser Scheide ebenfalls bedeutend in der Richtung der Längsaxe (ihre Länge erreicht die Länge der primordialen Gefässe) und werden prosenchymatisch, indem ihre Enden sich neben einander vorbei schieben und zuspitzen; sie besitzen ausschliesslich spaltenförmige, linksläufige Poren; nicht selten sind die langen Zellen durch 1—2 nachträgliche, zarte, horizontale Querwände getheilt. Diese Innenscheide nun ist bei *Cav. Roxburghii* und *Ch. Betle*, bei *Pip. geniculatum* und *Bredemeyeri* ganz und gar prosenchymatisch; bei *Pip. Carpunya*, *bullatum* und *rivinoides* und bei *Artanthe cordifolia* ist nur die innerhalb des Xylems der Gefässbündel befindliche Partie prosenchymatisch. Die Partie der Innenscheide zwischen den einzelnen Gefässbündeln ist zwar auch in ihren Zellen stark verdickt, jedoch sind die Zellen weitmaschiger; dadurch, dass die Zellen durch dicke Horizontalwände gefächert sind, trägt dieses Gewebe den Charakter des Parenchyms an sich.

Die Aussenscheide umgibt halbmondförmig bei *Chav. Roxburghii* das Phloëm und stellt hier den dickwandigen Bast dar, dessen Zellen vollständig sowohl bezüglich der Entstehung als auch bezüglich der Beschaffenheit mit den Prosenchymzellen der Innenscheide identisch sind. Eine dickwandige Aussenscheide oder Bast fand ich auch noch bei *Chavica Betle*, ebenso bei *Pip. geniculatum* und *Artanthe cordifolia;* bei *Pip. Carpunya*, *Bredemeyeri* und *rivinoides* sind nur wenige dickwandige Bastzellen bei den grösseren Strängen zu sehen, bei den kleineren fehlen sie ganz, ebenso fehlt der Bast auch bei *Pip. bullatum* und ist durch zartwandiges prosenchymatisches Gewebe vertreten.

Das Phloëm der Gefässbündel zerfällt in zwei Partieen, von denen die äussere ein sehr engmaschiges Gewebe darstellt, welches durch das Procambium noch gebildet wurde; die innere, aus weiteren Zellen bestehende Phloëmpartie ist sicher, wie ihre Anordnung in radialen Reihen beweist, durch die Thätigkeit des Cambiums gebildet. Siebröhren finden sich in allen Fällen in grosser Menge; ich habe wenigstens noch nie anderweitig die

Siebröhren so deutlich ausgeprägt und in solcher Anzahl beobachtet als gerade bei den *Piperaceen*; ihre Form stimmt mit der für die *Peperomieen* angegebenen vollkommen überein. —

Der Xylem-Theil der Gefässbündel besteht, abgesehen von der bereits besprochenen Innenscheide aus Ring-, Spiral-, Treppen-, Netz- und Porengefässen. Ring- und Spiralgefässe sind stets von dünnwandigem Parenchym umgeben, um die übrigen Gefässarten befindet sich ein Ring von *Tracheïden* (gefässartigen Holzzellen). Dieser Ring besteht in den allermeisten Fällen nur aus einer Zellage; die *Tracheïden* sind bei *Chavica Roxburghii* und *Ch. Betle* durch horizotale, netz- und treppenförmige oder punktirte Querwände ausgezeichnet; bei den übrigen *Pipereen* sind die Querwände der *Tracheïden* prosenchymatisch, und auf dem Querschnitte durch eine geringere Dicke der Membranen von den Holzprosenchymzellen zu unterscheiden. Dass die Querwände dieser die Gefässe umstellenden Zellen nicht durchlöchert, und mithin Gefässe im eigentlichen Sinne des Wortes nicht sind, davon überzeugte ich mich auf dem Querschnitte einmal durch starkes Färben mit Anilin; die zarteren Wände der Poren erschienen ebenfalls einigermassen gefärbt; auf dem Längsschnitte konnte man übrigens die zartere Querwand der Poren leicht beobachten. — Mit der Thätigkeit des Reihencambiums beginnt bei den *Pipereen* die Bildung von Libriform, welches den Raum zwischen den Gefässen und gefässartigen Holzzellen ausfüllt und ausserdem rechts und links von den Gefässbündeln, an die Markstrahlen grenzt.

Nach dieser ausführlichen Betrachtung der Elemente der peripherischen Gefässbündel, handelt es sich darum zu erforschen, wie das Gewebe zwischen den Gefässbündeln zunimmt. Ausserhalb der Innenscheide zwischen je zwei Gefässbündeln liegt eine einfache Schicht dünnwandiger Zellen, aus dem Procambium entstanden. Diese Zellschicht grenzt meist an die primäre Rinde und stellt die Cambiummutterzellen dar. Das Reihencambium entsteht zuerst in den Gefässbündeln und schreitet von da aus rechts und links fort, bis sich ein vollständiger Cambiumring gebildet hat. Das Interfascicularcambium bildet die grossen Markstrahlen. Bei *Chav. Roxburghii* ganz besonders sind die Markstrahlen oft 12—16, meist 10—12 Zellreihen stark. Das Cambium bildet wenig Phloëm, sowohl in als auch zwischen den Gefässbündeln. Erwähnt sei noch, dass ich in einem 4jährigen Zweig von *Pip. geniculatum* Gefässbündel erst spät in den grossen Markstrahlen durch die Thätigkeit des Cambiums entstehen sah.

Bezüglich der isolirten, markständigen Gefässbündel will ich bemerken, dass sie im Allgemeinen dieselbe Ausbildung zeigen wie die peripherischen, nur ist die sichelförmige, prosenchymatische Innenscheide weniger mächtig; ebenso ist dickwandiger Bast (oder die Aussenscheide), dessen Zellen bekanntlich in genetischem Zusammenhange mit den Elementen der Innenscheide stehen, nur in geringer Menge vorhanden bei den Pflanzen, bei welchen er auch um die Phloëmbündel der peripherischen Stränge auftritt; im übrigen zeigen die markständigen Gefässbündel dieselben Verhältnisse wie die peripherischen, nur sind sie nicht so stark entwickelt in älteren Stadien. Den isolirten markständigen Gefässbündeln der *Piperaceen* ist durch das Auftreten von Reihencambium die Möglichkeit geboten, mehr oder weniger in die Dicke zu wachsen. Das Dickenwachsthum der markständigen Stränge der *Pipereen* kann nur durch äussere Beeinflussung beschränkt und beeinträchtigt werden. Die Neubildung von Xylem und Phloëm durch das Reihencambium kann bei den markständigen Strängen nicht gleichen Schritt halten mit der Zunahme des peripherischen Gefässbündelkreises. Dass aber das Cambium auch in älteren Stadien die Fähigkeit, Xylem und Phloëm zu bilden, nicht verloren hat, unterliegt nach dem, was ich bei den markständigen Strängen der *Pipereen* beobachtet habe, keinem Zweifel. Die Gründe, welche mich zu diesem Schlusse berechtigen, sind folgende: Die markständigen Gefässbündel erreichen eine bedeutende Ausdehnung in radialer Richtung, wie ich diess bei *Chav. Roxburghii* in einem ältern Stamme und noch besser bei *Chav. Betle, Piper Carpunya* und ganz besonders bei *Pip. geniculatum* gesehen habe. Ferner wird hier Libriform, ein Product des Reihencambiums — (bei allen *Pipereen* werden prosenchymatische, stark verdickte Holzzellen erst dann gebildet, wenn Reihencambium schon vorhanden ist) — auch später noch in grösserer Menge erzeugt, wie ich auf Querschnitten durch ältere Stämme zu bemerken Gelegenheit hatte. Gleichzeitig strecken sich auch die zwischen den Gefässbündeln gelegenen Markzellen in radialer Richtung; in geringem Grade werden die Zellen der Markverbindungen auch durch die allerdings geringe, tangentiale Ausdehnung der Stränge zusammengedrückt.

Was nunmehr die Zahl der Fibrovasalstränge im äusseren geschlossenen Gefässbündelkreis betrifft, so wechselt dieselbe sowohl bei den verschiedenen Arten ganz bedeutend als auch ist die Zahl derselben in den einzelnen Internodien derselben Pflanze oft eine

verschiedene. So schwankt die Zahl der Gefässbündel bei *Chav. Roxburghii*, welche eine ziemlich regelmässige Anordnung zeigt, im peripherischen Kreise zwischen 12 und 16. Eine grössere Menge im äusseren Kreise besitzen die Gattungen *Piper* und *Arthanthe;* so zählte ich bei *Pip. Carpunya* in einem Internodium 28, bei *Piper bullatum* sogar 85 Stränge im äusseren geschlossenen Kreise. Dabei sind die einzelnen Stränge nicht gleich gross. Die Blattspurstränge sind stets die grössten und unterscheiden sich dadurch von den stammeigenen, nur von einem Knoten bis zum anderen verlaufenden Strängen. Ueber die Anordnung der Stränge werde ich weiter unten zu berichten Gelegenheit haben.

Auch bei den markständigen Strängen lässt sich eine Schwankung in der Zahl sowohl für die verschiedenen Arten als für die einzelnen Internodien derselben Species beobachten. Die meisten von mir untersuchten *Pipereen* haben nur einen mehr oder minder regelmässigen Kreis von markständigen Strängen, so *Chav. Roxburghii* und *Betle, Piper Bredemeyeri* und *rivinoides. Piper Carpunya* besitzt bald einen, bald zwei Kreise, wobei der äussere nur wenige Stränge zählt. *Pip. geniculatum* hat stets zwei Kreise, der äussere von ihnen hat ebenfalls nur wenige Stränge. *Artanthe cordifolia* und *Pip. bullatum* lassen mehr als zwei Kreise, letztere Species z. B. 4 oder 5 erkennen. Bei den beiden letzteren Pflanzen übersteigt die Menge der markständigen Gefässbündel die Zahl 25. Es ist natürlich bei den Schwankungen, welchen die Anzahl der centralen Stränge unterworfen ist, unmöglich bestimmte Zahlen anzugeben.

In seiner schon mehrfach angeführten Arbeit bemerkt Sanio, dass die markständigen Gefässbündel der *Piperaceen* derart orientirt sind, dass das Xylem der Axe, das Phloëm der Peripherie des Stammes zugekehrt ist. Wenn ich auch bezüglich der *Peperomieen* dieser Angabe beipflichten musste, so kann ich diess für einige *Pipereen* nicht thun; denn bei *Pip. geniculatum* und *Carpunya* finden sich einzelne Stränge, (allerdings nicht in allen Internodien,) welche in dieser Hinsicht jeder Regel spotten. Der ganze Gefässbündel kann tangential zur Stammaxe liegen oder es kann selbst das Phloëm derAxe zugekehrt sein. Minder bedeutende Abweichungen von der regelrechten Lage lassen sich auch bei *Artanthe cordifolia* beobachten. Die Erklärung dieser Abweichungen ist jedenfalls im Knoten zu suchen; im Laufe meiner Abhandlung werde ich dieselbe liefern. — Ferner beobachtet man

nicht selten, dass zwei markständige Stränge sich aneinander legen und so durch das Internodium verlaufen.

Gewebedifferenzirung im Knoten.

Nachdem ich das Gewebesystem der *Piperaceen* im Internodium betrachtet hatte und zu dem eben dargelegten Resultate gekommen war, war es mir auch interessant, die Gewebedifferenzirung in den angeschwollenen Enden der Internodien unmittelbar unterhalb und oberhalb des Knotens (im engeren Sinne) kennen zu lernen. Ich untersuchte in dieser Beziehung *Piper Carpunya, geniculatum* und *rivinoides*, bei welchen diese Anschwellung besonders stark entwickelt ist. Ich unterlasse es hier auf das Grundgewebe näher einzugehen, und füge nur an, dass Rinde und Mark verhältnissmässig mächtiger ausgebildet sind, als im Internodium. In der Rinde finden sich ausserdem meist ausserhalb des Collenchyms stark verholzte Sklerenchymzellen. Das Collenchym ist ebenfalls mächtiger entwickelt und besonders sind die Ecken sehr stark verdickt; dickwandige Bastzellen finden sich im Collenchym des Knotens nicht.

Die Gefässbündel des äusseren Kreises sind nicht wie im Internodium durch einen Cambiumring vereinigt und ebenso fehlt zwischen den Gefässbündeln die verholzte Scheide. Von den Elementen des Gefässbündels sind allein die Gefässe verholzt. Rinde und Mark sind durch dünnwandige Markverbindungen verbunden. Die im Internodium verholzten Elemente der Innen- und Aussenscheide sind bei den 3 Pflanzen im Knoten in ganz ausgezeichneter Weise Collenchym, und besonders ist die Innenscheide um den Xylem-Theil der Gefässbündel verhältnissmässig sehr mächtig entwickelt. Bei *Piper Carpunya* sind die Libriformzellen wie sie sich im Internodium finden, im Knoten dünnwandig, ebenso auch die *Tracheïden*, bei *Pip. rivinoides* und *geniculatum* aber sind die Libriformzellen gleich dem Baste und der Innenscheide collenchymatisch; bezüglich der markständigen Stränge sei erwähnt, dass dieselben Verhältnisse sich wiederfinden, wie im peripherischen Gefässbündelkreise, dass aber die Gewebe nicht so mächtig entwickelt sind. Auf dem Längsschnitte zeigt sich ganz deutlich die prosenchymatische Natur des collenchymatischen Gewebes sowohl des eigentlichen Collenchyms als auch der übrigen collenchymatisch ausgebildeten Elemente. Bezüglich der Länge der Gefässe und, der collenchymatischen Zellen will ich bemerken,

dass im Knoten alle Elemente kürzer sind als im gestreckten Internodium, selbst da, wo eine Anschwellung nicht vorhanden ist. Je weiter man sich vom Knoten im engeren Sinne, sei es nach oben oder nach unten entfernt, desto mehr nehmen die Gewebe dieselbe Beschaffenheit, wie im gestreckten Internodium wieder an. Im Collenchym treten nach und nach die dickwandigen Bastzellen wieder auf; auch die übrigen, im Internodium verholzten Elemente, zeigen in einiger Entfernung vom Knoten im engeren Sinne, wenn die Anschwellung abnimmt, deutlich den Uebergang von Collenchym in dickwandige Prosenchymzellen. Damit dürfte denn auch der unzweifelhafte Beweis dafür geliefert sein, dass Collenchym, dickwandiger Bast und Libriform ganz nah verwandte Elemente sind und dass sie einem Zwecke dienen, nemlich mechanische Dienste zu leisten.

Anatomie der Wurzel.

Nachdem ich den Bau des Stammes dargelegt habe, will ich noch in aller Kürze den anatomischen Bau der Wurzel betrachten.

Ein Querschnitt durch eine ältere Wurzel von *Chavica Roxburghii* zeigt, dass innerhalb der grossen, radialgestreckten Epidermiszellen eine zwei- dreizellige Rindenschicht liegt, die ich auch hier mit dem Namen Aussenrinde bezeichne. Die Zellen dieser Rindenschicht stehen in genau radialen Reihen; sie entsteht dadurch, dass in sehr jungen Zuständen jede Zelle einer unter der Epidermis gelegenden Zelllage sich durch eine tangentiale Wand in zwei Tochterzellen theilt, von denen die innere in vielen Fällen sich nochmals theilt. Die Phellogenbildung nimmt in der Epidermiszelle ihren Anfang. Innerhalb der Aussenrinde liegt das Collenchym 3—5 Zellreihen stark; wie im Stamme findet sich auch in der Wurzel von *Chavica Roxburghii* dickwandiger Bast im Collenchym; die der Axe näher gelegenen Collenchymzellen sind grösser als die gegen die Peripherie hin zur Darlegung der Resultate, welche meine Untersuchungen in Betreff des Gefässbündelverlaufes ergaben, über.
gelegenen; die inneren Collenchymzellen sind zuerst gebildet und dann entstehen die übrigen in centrifugaler Ordnung. Die Innenrinde ist 5—7 Zellreihen mächtig; ihre Zellen nehmen in centripetaler Richtung an Grösse ab; ebenso verhalten sich die meist viereckigen Intercellularräume. Ausnahmslos schliesst bei den *Piperaceen* die Innenrinde gegen den Gefässbündelring mit

einer Schutzscheide ab. Die genau radiale Richtung der Schutzscheidenzellen mit den nach aussen zunächst liegenden Zellen und die Beobachtung, dass in sehr jungen Stadien die innerste Zellenreihe der Innenrinde sich noch durch eine tangentiale Wand theilt, lässt keinen Zweifel zu, dass die innere der beiden so entstandenen Zellen sich zur Schutzscheidenzelle umbildet. Die Schutzscheide ist unter allen Umständen zum Grundgewebe zu rechnen.

Die Zahl der primären Markstrahlen ist in der Wurzel dieselbe, wie die Zahl der Punkte, an welchen die Gefässbildung beginnt. Die letztere ist je nach der Dicke der Wurzel verschieden; ich beobachtete bei *Chavica Roxburghii*, dass in dünneren Wurzeln wenigstens an 4 Stellen der Peripherie des Procambiums, in dickeren Wurzeln sogar an 13 solcher Punkte primordiale Gefässe sich bilden. Das Procambium stellt in dünnen Wurzeln einen Cylinder, in dickeren einen Ring dar. Innerhalb der Schutzscheide liegt das Pericambium, aus dem Procambium entstanden; gewöhnlich umfasst das Pericambium bei den Phanerogamen nur eine Zellreihe; bei *Chavica* ist es jedoch meist zweireihig, sogar aus 3 Zellreihen kann es manchmal bestehen.

Die Ausbildung der primordialen Gefässe beginnt also an der Peripherie des Procambiums, geht zuerst nach innen und wendet sich dann seitlich und von da nach aussen. Auch in der Wurzel sind die Gefässe von *Tracheïden* umstellt, deren Querwände punktirt oder netzförmig, seltener treppenförmig sind, ohne durchbrochen zu sein. Bei grösseren Wurzeln nimmt den Kern um die Axe das mehr oder weniger mächtige Mark ein. Was die Entstehung des Markes anbelangt, kann ich als Thatsache für die *Piperaceen* hinstellen, dass dieselben eine centrifugale ist. Aus dem Meristem des Wurzelscheitels bilden sich zuerst die centralen Zellen des Markes aus und nach und nach die peripherischen. In Betreff der Entwicklungsgeschichte der Wurzel, wie succesive Querschnitte durch den Wurzelscheitel zeigen, muss ich noch einige Bemerkungen anfügen. Die Wurzelhaube wird bei den *Piperaceen*, wie ich besonders bei *Chav. Roxburghii* beobachtet habe, von der Epidermiszelle aus ergänzt, selbst in den Regionen noch, wo die Wurzelhaube nurmehr aus 2—3 Zellreihen besteht, also verhältnissmässig schon ziemlich entfernt vom Scheitel. Die Epidermiszellen theilen sich durch eine tangentiale Wand in zwei ungleich grosse Zellen, von welchen die äussere die kleinere ist; in der so abgeschnittenen

Wurzelhaubenzelle tritt alsbald eine radiale Wand ein. Oft kann man bei zwei neben einander liegenden Epidermiszellen in der einen erst die tangentiale Wand erkennen, während in der anderen bereits auch die darauffolgende radiale aufgetreten ist.

Sobald eine Wurzelhaube nicht mehr vorhanden ist, beginnen die Epidermiszellen sich auszustülpen und bilden so die Wurzelhaare. Diese Ausstülpungen werden von der Oberhautzelle nicht durch eine Scheidewand getrennt. —

Wie schon bemerkt, bilden sich Collenchym und Mark in centrifugaler, Innen- und Aussenrinde in centripetaler Richtung aus. Was den Uebergang der Zellen des Procambiums in Dauerzellen betrifft, so glaube ich bemerken zu können, dass die Theilung durch radiale und tangentiale Längswände zuerst in den Pericambiumzellen und darauf von hier nach innen und entsprechend der Ausbildung der Gefässe in seitlicher Richtung erlischt. Innerhalb des Phloëms tritt zuerst Reihencambium auf, dessen Bildung seitlich nach rechts und links fortschreitet. Wie wir aus dieser Darstellung entnehmen können, ist die Entwicklungsgeschichte der Wurzel eine ganz regelmässige. Ich will nur ganz kurz noch für *Pip. Carpunya* angeben, dass das Collenchym der Wurzel neben dickwandigen Bastzellen auch parenchymatische, stark verdickte Sklerenchymzellen enthält. Ferner sieht man bei *Pip. Carpunya* innerhalb der Pericambiumzelllage noch einzelne dickwandige Bastzellen. Da, wo das Pericambium aus zwei oder gar 3 Zellreihen besteht, wird an den Stellen ausserhalb der primordialen Gefässe nur die der Axe näher gelegene Pericambiumzelle in eine Cambiummutterzelle verwandelt. Auch hier wird die Wurzelhaube von der Epidermis aus erneuert.

Bezüglich der *Peperomieen*-Wurzel will ich anfügen, dass die Gefässe allein verholzt sind, wie wir dies auch im Stamme schon gefunden haben.

Nachdem ich nunmehr im allgemeinen einen Ueberblick über den anatomischen Bau von Stamm und Wurzel der *Piperaceen* gegeben habe, gehe ich zum Haupttheil meiner Arbeit, nemlich zur Darlegung der Resultate, welche meine Untersuchungen in Betreff des Gefässbündelverlaufes ergaben, über.

II.

Gefässbündelverlauf im vegetativen Stammsprosse.

Um über den Gefässbündelverlauf ganz sicher zu sein und nicht in einen Irrthum zu verfallen, habe ich mich nicht begnügt, eine einzige Pflanze in dieser Hinsicht zu untersuchen, sondern ich verfolgte bei 3 *Peperomieen* den Gefässbündelverlauf ganz genau; ferner beschäftigte ich mich sehr eingehend mit *Chav. Roxburghii*, da gerade diese Pflanze wegen ihrer grossen Regelmässigkeit des markständigen und peripherischen Gefässbündelkreises mir besser als alle anderen *Pipereen* über den Gefässbündelverlauf Aufschlüsse geben konnte; auch *Piper rivinoides* untersuchte ich noch, hielt es aber nach den bis dahin gewonnenen Resultaten für überflüssig, mich eingehender mit der Darlegung des Gefässbündelverlaufes bei dieser Pflanze zu beschäftigen.

Sanio führt in Betreff des Gefässbündelverlaufes bei den *Peperomieen*, wie schon am Eingange meiner Arbeit erwähnt ist, als Thatsache auf, dass die markständigen Gefässbündel der *Piperaceen* stammeigene Gefässstränge seien; ich bin, wie meine Darlegung zeigen wird, auf Grund genauer und vielfacher Untersuchungen hin gezwungen, die Theorie Sanio's als unrichtig zu bezeichnen. Es gibt im vegetativen Sprosse der *Piperaceen* keine stammeigenen markständigen Stränge.— Ich beginne meine Darstellung mit der Anordnung und dem Verlaufe der Gefässbündel bei *Peperomia galioides*, da dieselbe sich bezüglich dieser Verhältnisse durch die grösste Einfachheit auszeichnet.

A.

Gefässbündelverlauf von Peperomia galioides.

Die Blätter dieser Pflanze stehen in 5 zähligen Wirteln; in jedes Blatt geht ein einziger Strang ab; Anastomosen finden im Internodium bei dieser Pflanze nicht statt; es zeigt *Peperomia galioides* den einfachsten Fall, den ich überhaupt bezüglich des Gefässbündelverlaufes bei den *Piperaceen* gefunden habe.

Was die beigegebenen Figuren anbelangt, so muss ich bemerken, dass die Ringe diejenigen Stellen der Gefässe zeigen, welche man bei höchster Einstellung sehen kann. Die Schnitte wurden stets (auch bei den übrigen Pflanzen) durch den Knoten

von oben nach unten geführt; stets ist die dem Stammscheitel zunächst liegende Seite gezeichnet. Um mich genau zu orientiren, machte ich eine Längsritze durch den Knoten, welche auch in den Figuren, wo es nöthig erschien, angegeben ist. Die Schnitte behandelte ich nur mit Kalilauge, um sie möglichst durchsichtig zu machen.

Eine successive Schnittreihe durch den Knoten von *Pep. galioides* zeigte bezüglich der Anordnung der Stränge die günstigsten Verhältnisse. Der peripherische Kreis enthielt unterhalb des Knotens 5 Stränge, ebenso viele auch der markständige Kreis; im oberen Internodium waren dieselben Verhältnisse zu beobachten.

Betrachten wir Fig. 2 A, so sehen wir, dass die 5 peripherischen, in die Blätter abgehenden Stränge a, b, c, d, e mit den markständigen Strängen f, g, h, i, k alternieren wobei noch zu bemerken ist, dass in diesem Falle die peripherischen Gefässbündel im allgemeinen ein wenig grösser sind als die markständigen. Fig. 2 B zeigt, wie a und b nach aussen abbiegen; ein eigenthümliches Verhalten zeigen die markständigen Stränge; f, g, h und k rücken mit der weitaus grössten Masse der Gefässe ein wenig schief aufwärts nach aussen, bis sie sich fast mit den peripherischen Strängen in derselben Lage befinden. Gleichzeitig gehen einzelne Gefässe (man kann nur die Gefässe deutlich erkennen,) von den markständigen Strängen seitlich und ein wenig nach innen gerichtet ab; ich habe diese Abzweigungen mit denselben Buchstaben, wie die Stränge, von welchen sie abgehen bezeichnet, jedoch rechts oben noch einen Index beigefügt. Auf diese Weise entstehen k^1, f^1, g^1 und h^1 (diese beiden letzteren vereinigen sich) und h^2.

Fig. 2 C. Alle peripherischen Stränge gehen in die Blätter ab in der Reihenfolge a, b, d, e, c. Die Stränge f, g, h, i, von welch letzterem sich jetzt noch ein Gefäss abzweigt, und k sind an die Peripherie hinausgerückt, gleichzeitig sind im Innern kleinere Stränge aufgetreten, welche man ihrer Lage nach als die Abzweigungen f^1, $g^1 h^1$, h^2, und k^1 ganz genau wieder erkennen kann.

Fig. 2 D. a und b sind abgegangen, d, e, c folgen nach; f, g, h, i, k, die markständigen Gefässbündel des Internodiums unterhalb des Knotens sind oberhalb desselben an die Peripherie gerückt und werden im nächst höheren Knoten in die Blätter abgehen; im Inneren sind kleinere 5 Stränge zu sehen, welche sich

seitlich von den nunmehrigen peripherischen Strängen abgezweigt haben; diese markständigen Stränge f^1, g^1 h^1, h^2, i^1, k^1 alterniren mit den nunmehrigen peripherischen Strängen und sie haben in radialer Richtung eine Lage, wie die in die Blätter abgegangenen Gefässbündel. Fig. 2 C. In keinem Falle tritt bei *Pep. galioides* eine Anastomose der markständigen Stränge ein, weder unter sich noch mit den peripherischen Gefässbündeln.

Fig. 2 F zeigt den schematischen Längsverlauf. Die aus den Blättern in den Stamm eintretenden Stränge gehen durch ein Internodium im peripherischem Kreise, beim nächst tiefern Internodium verlaufen sie in das Mark und gehen durch dieses Internodium im Marke nach unten, wo sie sich dann im 3. Knoten an die von der Peripherie in das Mark abgehenden Stränge mit ihren zarteren Endigungen, die sich noch spalten können, ansetzen. Wir sehen mithin, dass bei dieser Pflanze von markständigen stammeigenen Strängen keine Rede sein kann.

Nicht immer jedoch herrscht eine solche Regelmässigkeit bezüglich der Anordnung der Gefässbündel; häufig sind im inneren Kreise weniger als 5 Stränge; es haben sich dann zwei peripherische Bündel, so bald sie in das Mark hineingehen, vereinigt und in diesem Falle erscheinen die Gefässbündel im Marke grösser als die peripherischen. Im peripherischen Kreise finden sich manchmal 6 oder 7 Gefässbündel; die überzähligen gehen noch ein Internodium weiter und erst dann biegen sie in die Blätter ab. Alle diese Thatsachen lassen sich bei *Pep. galioides* leicht beobachten, und ich will damit die Darlegung des Gefässbündelverlaufes derselben schliessen.

B.

Gefässbündelverlauf bei Peperomia brachyphylla.

Zwei Blätter sind opponirt und die Blätterpaare zweier aufeinander folgender Knoten alterniren mit einander. Jedes Blatt bekommt 3 Gefässbündel, einen etwas grösseren mittleren und zwei etwas kleinere seitliche. Im peripherischen Kreise stehen meist 8 Stränge; der markständige Kreis zählt in der Regel 4, die etwas grösser als die peripherische erscheinen. Im meinen Figuren habe ich auf das Grössenverhältniss der markständigen Stränge im Vergleich mit den peripherischen des Raumes halber

keine Rücksicht genommen. Die Zahl der peripherischen wie der markständigen Stränge kann jedoch auch etwas grösser oder kleiner sein. Um bei dieser Pflanze den Gefässbündelverlauf studiren zu können, machte ich successive Querschnitte durch zwei aufeinander folgende Knoten, nachdem ich zuvor eine kleine Längsspalte angebracht hatte. Ich wähle zur meiner Darlegung den Fall, welchen ich neben anderen erhalten hatte, der die grösste Regelmässigkeit bezüglich der Zahl und Anordnung der Gefässbündel zeigt. Auch hier beginne ich mit dem untersten Schnitte des unteren Knotens. Fig 3 A zeigt die Anordnung der Stränge; a, b, c, d, e, f, g und h stehen im peripherischen Kreise, i, k, l, m liegen im Marke. Fig. 3 B stellt jenes Stadium dar, wo die Stränge a, b, c und d, e, f in die Blätter abgehen; jeder einzelne Strang sendet vor seinem Abgange 2 Anastomosen nach innen schief aufwärts; g und h anastomosiren nicht; k theilt sich in 2 Partieen, in k^1 und k^2, die sich zugleich nach auswärts wenden; eine kleinere dritte Partie wendet sich schief aufwärts nach innen; l theilt sich ebenfalls in drei Partieen, von denen l^1 nach aussen abbiegt, l^2 geht als ganz kleiner Strang mit nur einem Gefässe nach innen, l^3 seitlich nach aussen; m theilt sich in 2 nach aussen abbiegende Partieen m^1 und m^2, i wendet sich ebenfalls ein wenig nach aussen. Im Betreff der Richtung, welche alle Abzweigungen und Theile nehmen, sei bemerkt, dass dieselbe stets eine mehr oder weniger schief nach aufwärts gehende ist, sowohl bei dieser Pflanze als auch bei allen folgenden.

Fig. 3 C Die Gefässbündel a, b, c und d, e, f sind an der Periperhie des Stammes angelangt; g und h haben denselben Platz beibehalten; wie diese Figur zu erkennen giebt, werden k^1, k^2, l^1, m^2 l^3, m^1, i^1 die in die Blätter abgegangenen Stränge im peripherischen Kreise ersetzen, während die kleineren etwas nach innen schief aufwärts gerichteten Abzweigungen als neue markständige Stränge i^2, i^3, k^3, l^2 durch das nächste Internodium verlaufen werden; mit Rücksicht auf die Anastomosen will ich bemerken, dass jeder in das Blatt abgehende Strang zwei derselben nach oben sendet, welche sich an die peripherischen Stränge des oberen Internodiums ansetzen. Da die Figuren deutlich den Verlauf der Anastomosen angeben, will ich von einer näheren Darlegung absehen.

Fig. 3 C zeigt die Anordnung des Gefässbündelsystemes im Internodium oberhalb des Knotens; l^1, g, k^2, i^1, h, m^1, k^1 und l^3 m^2

sind im peripherischen Kreise, i^2, i^3, k^3, l^2 liegen im Marke. Das ganze Internodium hindurch bis zum nächst höheren Knoten bleibt die Anordnung dieselbe.

Fig. 3 E zeigt, wie k^2, g, l^1 eben in das Blatt abgehen; Fig. 3 F stellt den Knotenpunkt des oberen Internodiums dar, mit einem Blicke vermag man hier den Verlauf der Stränge zu überblicken; k^2, g, l^1 und i^1, h, m^1 gehen in die beiden Blätter ab; k^1 und l^3 m^2 gehen ohne zu anastomosiren in das nächste Internodium über; k^3 theilt sich in eine grössere Partie $(k^3)^1$, welche nach aussen abbiegt und den in das Blatt abgegangenen Strang k^2 ersetzt; $(k^3)^2$, die weitaus kleinere Partie geht als markständiger Strang in das nächste Internodium über. l^2 theilt sich in zwei, nach aussen gehende Hälften $(l^2)^1$ und $(l^2)^3$, $(l^2)^2$ bleibt als kleine Abzweigung im Marke. i^3 theilt sich in $(i^3)^1$, welcher m^1 ersetzt, $(i^3)^2$, der im Marke bleibt und $(i^3)^3$, der sich mit einer Partie von i^2 nämlich mit $(i^2)^3$ vereinigt; beide zusammen ersetzen den abgegangenen Hauptstrang h. $(i^2)^1$ ersetzt den Strang i^1 und $(i^2)^2$ geht als markständiger Strang nach oben fort; mithin ist, wie Figur 3 G zeigt, die Anordnung im folgenden Internodium der Art, dass k^1, $(k^3)^1$, $(i^2)^1$, $(i^2)^3$ $(i^3)^3$, $(i^3)^1$, $(i^3\ m^2)$, $(l^2)^3$, $(l^2)^1$ die peripherischen und $(i^2)^2$, $(i^3)^2$, $(k^3)^2$, $(l^2)^2$ die 4 markständigen Gefässbündel darstellen. Die Anastomosen der in die Blätter abgehenden Stränge will ich auch hier nicht näher betrachten, da ihr Verlauf aus Fig. 3 F ersichtlich ist. Fassen wir den Verlauf der Stränge bei *Peperomia brachyphylla* kurz zusammen, so können wir sagen: Die Mediantränge verlaufen im peripherischen Kreise durch zwei Internodien, wenden sich dann nach innen und legen sich nach dem weiteren Verlaufe durch ein Internodium im Marke an einen markständigen Strang des 4. Internodiums mit den sich verjüngenden Enden an. Alle seitlichen Blattspurstränge verlaufen durch ein Internodium im peripherischen Kreise, biegen im untern Internodium in das Mark ein, verlaufen auch noch im Marke durch ein Internodium und setzen sich ebenfalls mit den sich verjüngenden Enden an die markständigen Stränge des 3. Internodiums an. Da stets 6 Stränge nach innen gehen, im Marke aber nur 4 sind, so müssen sich einzelne Stränge vereinigen, wodurch dann der Fall zu Stande kommt, dass die markständigen Stränge grösser werden als die peripherischen. Stets bildet die nach innen gehende Partie die unmittelbare Fortsetzung der peripherischen Stränge; zu dieser Annahme zwingt unbedingt der Umstand, dass nur Anastomosen von einem

Gefässe an die in die Blätter abgehenden Stränge entsendet werden, während die weitaus grösste Masse in das Mark hineinrückt. Auch hier ist von markständigen stammeigenen Strängen nichts zu bemerken.

Bei den beiden Pflanzen, deren Gefässbündelverlauf ich soeben beschrieben habe, war es ungemein leicht, sich volle Sicherheit zu verschaffen. Im hohen Grade schwierig wurde es, diese Verhältnisse bei *Peperomia rubella* klar zu legen; denn einmal wechselt die Zahl der peripherischen Stränge und die Zahl der markständigen ist 1, 2 oder 3; dann aber wechselt selbst die Zahl der in einen scheinbaren Wirtel gestellten Blätter zwischen 4—6 (meist jedoch sind 5 Blätter in einem Wirtel). In die einzelnen Blätter geht ein Hauptstrang mit 2 ganz kleinen Seitensträngen ab, welch letztere übrigens auch fehlen können. Die abgehenden Gefässbündel anastomosiren sowohl mit den zunächst liegenden peripherischen als auch mit den markständigen Strängen. Ich unterlasse es, nach der ausführlichen Darlegung des Gefässbündelverlaufes bei *Pep. galioides* und *brachyphylla* noch ausführlich diese Verhältnisse für *Pep. rubella* darzulegen; ich kann jedoch auf Grund meiner sorgfältigen Untersuchung die Thatsache konstatiren, dass auch diese Pflanze sich ganz gleich den früher behandelten verhält. Die markständigen Stränge treten partienweise im Knoten an die Stelle der in die Blätter abgegangenen peripherischen Stränge.

Auch *Pep. variegata* und *incana* unterzog ich einigermassen einer Untersuchung. Bei ersterer Pflanze gehen in das Blatt, wie Figur 4 zeigt, 12 Stränge ab, welche vom Medianstrang a aus, nach rechts und links immer kleiner werden. Diese Stränge a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m kommen vom peripherischen Gefässbündelkreise; ausserdem befinden sich innerhalb b a g noch 4 Stränge n, o, p, q im nämlichen Blatte, und diese kommen vom markständigen Gefässbündelkreise. Hier gehen somit sogar schon im nämlichen Knoten markständige Stränge in das Blatt ab.

Bei *Peperomia incana* gehen vom peripherischen Kreise 7 Stränge in das Blatt fort, aus dem Mark geht nur ein Strang in dasselbe Blatt über. Fig. 5 zeigt die Anordnung und das Grössenverhältniss der Blattspurstränge im Blattstiele dieser Pflanze. Bei beiden letzteren Pflanzen stehen die Blätter alternirend. —

Wenn auch in Betreff der Anordnung und Zahl der Gefässbündel des Stammes eine grosse Unregelmässigkeit herrscht; so findet doch darin die grösste Regelmässigkeit statt, dass alle

Stränge, sie mögen im peripherischen Kreise oder im Marke gelegen sein, ausnahmslos nach einander in die Blätter abgehen. Stammeigene, markständige Stränge im Sinne Sanio's kommen sicher nicht vor.

D.

Gefässbündelverlauf bei Chavica Roxburghii. (Pipereen.)

Nachdem ich so für die *Peperomieen* die eben dargelegten Thatsachen festgestellt hatte, berücksichtigte ich noch eingehender *Chavica Roxburghii*: diese Pflanze ist für die Untersuchung besonders geeignet wegen ihrer Regelmässigkeit in der Anordnung der Gefässbündel. Ich werde auch für diese Pflanze sowohl für einen älteren als auch jüngeren Knoten den Gefässbündelverlauf mittheilen.

Was vorerst die Anordnung des peripherischen, geschlossenen Gefässbündelkreises betrifft, so bemerke ich, dass Fig. 6 A. dieselbe in anschaulicher Weise zeigt. a, b, c, d, e, die beiden kleinen Stränge rechts und links von a nämlich i und k, ferner die dem a gegenüber liegenden Stränge f, h und g gehen in die Blattscheide; die übrigen 4 kleinen nicht mit Buchstaben bezeichneten Stränge sind stammeigene Gefässbündel, die von einem Knoten bis zum anderen verlaufen und an den Enden des Internodiums durch Anastomosen nach rechts und links und je nach Umständen nach oben oder unten sich ansetzen. Der Strang g fehlt zuweilen ganz und gar. Im Marke stehen in der Regel 6, manchmal 5, seltner 4 oder 7 Stränge.

Ueber den Gefässbündelverlauf in einem älteren Knoten, wie ihn mir auf einander folgende Querschnitte zeigten, kann ich folgende Angaben machen. Sanio hat *Cha. Roxburghii* nicht näher untersucht; ich bin der Ueberzeugung, wenn er diess gethan hätte, würde er nicht auf den Gedanken gekommen sein, dass die *Piperaceen* markständige stammeigene Gefässbündel haben.

Ich nehme denjenigen Fall, in welchem die Anordnung der Stränge und ihr Verlauf am regelmässigsten ist; die Anzahl der successiven Querschnitte ist 11; da aber die untersten und obersten ohne Bedeutung für den Verlauf sind, stelle ich sie in meinen Figuren nicht dar; ebenso unterlasse ich es, die Anastomosen der einzelnen peripherischen Stränge in ihrem vollständigen Ver-

laufe zu veranschaulichen, da sie höchstens die Klarheit stören würden. Der Querschnitt unterhalb des Knotens, Fig. 6 A, zeigt folgende Anordnung: im peripherischen Kreise finden sich 14 Gefässbündel von verschiedener Grösse; von diesen 14 Strängen müssen wir vor allem unser Augenmerk auf diejenigen richten, welche in das Blatt abgehen, nämlich a, b, c, d, e, f, g, h, i, k; die übrigen nicht mit Buchstaben bezeichneten 4 Stränge anastomosiren vielfach im Knoten mit den daneben liegenden Blattspursträngen und mit dem ober ihnen befindlichen des höheren Internodiums. In Fig. 7 C und D sind die Anastomosen, wie sie von allen Strängen abgehen, gezeichnet. Diese Anastomosen stets genau zu verfolgen, war unmöglich; zwischen k und b geht eine sogenannte Luftwurzel ab. Markständige Gefässbündel in einer Ellipse stehend sind 6 vorhanden. Die Axe des Stammes zeigt eine Höhlung, welche im Knoten verschwindet. Der schwarz schattirte Ring, stellt die verholzte Innenscheide dar; meist habe ich jedoch, um die Deutlichkeit nicht zu stören, diese Innenscheide bloss mit einer Linie bezeichnet.

Fig. 6 B zeigt, wie die peripherischen Stränge f, g, h und k sich nach aussen wenden und zugleich mit Ausnahme von g kleine Anastomosen nach rechts und links entsenden. Die markständigen Stränge o, n, m, p bekunden eine Neigung, gegen die Peripherie abzubiegen.

Fig. 6 C g ist in die Rinde vorgerückt und theilt sich in g^1 und g^2, welche nach verschiedenen Seiten der Blattscheide abgehen; f und h entsenden nach rechts und links je eine Anastomose und rücken in die Rinde hinaus; k, c, b, d, e beginnen unter gleichzeitiger Entsendung von Anastomosen sich nach aussen zu wenden; der markständige Strang o entsendet zwei Anastomosen eine rechts, die andere links, welche sich mit den bereits weit gegen die Peripherie vorgerückten Abzweigungen von p und n, mit p^1 und n^1 bezeichnet, vereinigen; o selbst ist eine ganz bedeutende Strecke gegen die Peripherie hin vorgerückt; dasselbe thun n und p. m entsendet zwei Abzweigungen m^2 und m^1 und wendet sich nach aussen, l theilt sich in 2 Partieen, von welchen die eine nach rechts, die andere nach links sich wendet; q ist noch unverändert an seinem Platze.

Fig. 6 D. Alle in die Blattscheiden abgehenden Stränge sind bereits in der Rinde, wie g^1, g^2, f, h, c oder gehen eben dahin ab, wie b, k, i, d; selbst der Hauptstrang a wendet sich nach aussen. Die markständigen Stränge sind weiter gegen die Peri-

pherie hin vorgerückt; l hat sich in l^1 und l^2 getheilt; q geht an die Peripherie fort; m^1 vereinigt sich mit l^2

Fig. 6 E. Mit Ausnahme von a sind bereits alle Blattspurstränge, deren eingeschlagene Richtung an der Zeichnung zu erkennen ist, in der Rinde; o, n^1, p^1 sind im peripherischen Kreise angekommen, n und m sind demselben schon ganz nahe, p und q rücken weiter gegen dieselbe vor, l^1, l^2, m^1 theilten sich in je zwei Hälften.

Fig. 6 F. Alle Blattspurstränge sind in der Rinde; innerhalb g^1 und g^2 trennt sich die Blattscheide von der Rinde; o, n^1, p^1, n, m sind jetzt im peripherischen Kreise, p und q erreichen denselben nahezu, l^1 und l^2 sind ebenfalls weiter nach aussen gerückt. Fig. 6 G endlich zeigt die Anordnung der Stränge des Internodiums oberhalb des Knotens; wir sehen dieselbe Anordnung, wie im untern Internodium; das Bild, welches Fig. 7 A lieferte, erscheint jedoch um 180 Grad gedreht.

Fig. 6 H zeigt den schematischen Längsverlauf. Mit Rücksicht auf die neuen, markständigen Stränge füge ich an, dass sie als Abzweigungen der markständigen Stränge des unteren Internodiums zu betrachten sind oder umgekehrt kann man sie als die verjüngt endigenden markständigen Stränge des oberen Internodiums betrachten. So weit ich es vermochte, untersuchte ich auch die jüngsten Knoten in Betreff des Gefässbündelverlaufes. Fig. 7 A, B, C, D, E, F stellen denselben in aufeinander folgenden Querschnitten dar. In diesen jungen Stadien habe ich die Anzahl der Gefässe in den markständigen Strängen genau angegeben. Wir sehen auch hier, dass zuerst die peripherischen Stränge auf der dem Hauptstrange a entgegengesetzten Seite in das Blatt abgehen, zuletzt geht a ab. Die markständigen Stränge o, p, n gehen mit allen Gefässen in den peripherischen Kreis; n und p senden n^1 und p^1 als kleine Abzweigungen ab. q und p gehen mit 2 Gefässen, also mit der Hauptmasse in den peripherischen Kreis; m sendet ein fast noch nicht bemerkbares Gefäss nach oben, q sendet q^1 nach rechts, welches sich mit 2 procambialen Bündeln von l vereinigt, l selbst theilt sich in zwei grössere in die Peripherie abgehende Theile. Wir sehen somit im oberen Internodium die peripherischen Blattspurstränge mit Gefässen, 4 markständige Stränge besitzen noch keine Gefässe, m^1 hat ein sich eben ausbildendes und q^1 ein fertiges, welches von q, also seitlich herübergekommen ist.

Die aus dem Marke in den peripherischen Kreis übergehenden Stränge verlaufen ein wenig schief aufwärts nach aussen und

man kann bei sehr feinen Schnitten sie Schritt für Schritt verfolgen. Fig. 8 zeigt ein allgemeines Längsschema für den Gefässbündelverlauf bei *Chavica Roxburghii*.

Die Gefässbündel jedes Internodiums sind entsprechend dem in Fig. 6 vorgeführten Verlaufe gezeichnet, nur g ist der Vollständigkeit halber beigefügt, mit genauer Angabe desjenigen Stranges, von dem er stammt. Ich unterlasse es näher darauf einzugehen, da der ganze Verlauf aus dem ebengesagten klar sein dürfte. Wie meine Darstellung beweist, gibt es auch für die *Pipereen* keine markständigen, stammeigenen Stränge.

Zuweilen bemerkte ich kleine Unregelmässigkeiten bezüglich der Anordnung und des Verlaufes der Gefässbündel, die aber in keiner Weise die gewonnenen Resultate alteriren.

Die den aus dem Marke in den peripherischen Kreis übergehenden Abzweigungen von p und n, nämlich n^1 und p^1, entsprechenden Aeste können beide vom Strange o abgehen, oder einer von o, der andere von p, oder einer von o und der andere von n. Wo 7 Stränge im Marke sich finden, ist der 7. regelmässig entweder zwischen o und p oder o und n gelegen; er ist kleiner als die übrigen 6 und geht in den peripherischen Kreis, um entweder die Stelle von p^1 oder n^1 zu vertreten. Sind nur 4 Stränge vorhanden, so theilen sich die beiden rechts und links von o und l gelegenen Stränge in je zwei grosse Hälften und diese 4 Hälften ersetzen b, c, d, e. Wo 5 Stränge, ausser o und l noch drei, im Marke sich finden, theilt sich der einzelne ebenfalls in zwei grosse Hälften, um je nach der Lage d und e, oder b und c zu ersetzen.

Es würde zu weit führen, wollte ich alle noch vorkommenden Modificationen aufzählen.

Im Anschlusse an das so eben Gesagte mache ich für den Gefässbündelverlauf bei *Piper rivinoides* und *P. geniculatum* einzelne Bemerkungen.

Bei *Piper rivinoides* machte ich ebenfalls successive Querschnitte durch den Knoten; ich beobachtete auch hier, wie in allen vorhergehenden Fällen, dass die in einen ziemlich regelmässigen Kreis gestellten markständigen Stränge nach Abgang der Blattspurstränge des peripherischen Kreises in den letzteren übergehen. Im peripherischen Kreise selbst zählte ich 27 Stränge. Derjenige Gefässbündel, welcher als Medianstrang in das Blatt abgeht, ist am stärksten ausgebildet. Rechts und links gehen noch je 5 grössere Stränge ab, welche aber in seitlicher Reihenfolge

an Grösse abnehmen, so dass also die am weitesten vom Medianstrange entfernten Seitenstränge die kleinsten sind. Ausserdem gehen, wie wir dieses auch bei *Chavica Roxburghii* schon gesehen haben, auch bei *Piper rivinoides* zwischen den grösseren noch kleinere etwas nach aussen gelegene Stränge ab, welche dann durch Abzweigungen der markständigen Stränge ersetzt werden. Die markständigen Fibrovasalstränge im unteren Internodium sind mächtig entwickelt, die grössten besitzen 12—16, die kleinsten nicht unter 8 Gefässe; oberhalb des Knotens hat der stärkste markständige Gefässbündel noch 3 (der durchschnittene Knoten ist noch ziemlich jung), die übrigen haben 2 oder meist nur 1 Gefäss, somit ist die Hauptmasse der Gefässe des einzelnen Stranges in den peripherischen Gefässbündelkreis abgegangen oder, um mich besser auszudrücken, die nur 1, 2 oder 3 Gefässe enthaltenden Stränge im Marke des oberen Internodiums setzen sich an die von der Peripherie in das Mark abgehenden grossen Gefässbündel mit ihren Enden an. —

Pip. geniculatum untersuchte ich ebenfalls; diese Pflanze besitzt zwei Kreise von markständigen Gefässsträngen, von welchen der innere sowohl an Zahl als auch an Grösse der Gefässbündel den äusseren ziemlich unregelmässigen Kreis übertrifft. Die in das Blatt abgegangenen Stränge zeigen die Anordnung, wie Figur 9 sie darstellt; zuerst gehen die kleinen Stränge n, o, p, q, r, s ab und werden meist durch die Stränge des äusseren markständigen Gefässbündelkreises ersetzt, während die Stränge des inneren markständigen Gefässbündelkreises an die Stelle der grossen Blattspurbündel a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m treten. Bei der grossen Zahl der Gefässbündel ist es unmöglich die einzelnen Stränge zu verfolgen; jedoch lässt sich mit Sicherheit erkennen, dass die markständigen Stränge in den peripherischen Kreis hinausrücken.

Fasse ich die gewonnenen Resultate in Betreff des Gefässbündelverlaufes kurz zusammen, so kann ich sagen, dass in allen Fällen die von den Blättern in den Stamm übergehenden Stränge wenigstens durch ein Internodium im peripherischen Kreise und durch ein 2. Internodium im Marke verlaufen und sich schliesslich an die markständigen Stränge eines unteren Internodiums ansetzen.

Piper geniculatum hat übrigens auch noch eine andere Frage gelöst; wie wir gesehen, werden in einem Knoten 2 Kreise von markständigen Strängen ersetzt. Wo 4 Kreise sind, wie bei

Artanthe, müssen die markständigen Stränge durch zwei Internodien verlaufen. In entsprechender Weise gilt diess auch für *Pep. incana* und *amplexifolia* und für *Pip. bullatum*.

Da nun im Knoten eine grosse Umwälzung der im Internodium bestehenden Anordnung stattfindet, so kann es natürlich vorkommen, dass einzelne Stränge nicht in die regelrechte Lage kommen, sondern dass sie seitlich liegen oder gar um 180° gedreht erscheinen, und mithin das Phloëm der Axe, das Xylem der Peripherie zuwenden. Da der Raum für die markständigen Stränge manchmal sehr beschränkt ist, wie bei *Pip. geniculatum* und *Pip. Carpunya*, so bemerkt man, dass zwei Gefässbündel sich vereinigt haben.

Die Gefässbündel der Blüthenkolben sind stammeigene, die von unten nach oben wachsen und an welche sich die Stränge der Blüthen und Blüthentheile ansetzen. Die Ausbildung der Gefässe in den Blüthen und Hüllblättchen erfolgt zuerst in den Blüthenorganen und schreitet von da nach den Strängen im Kolben fort.

Näher auf diese Verhältnisse einzugehen, halte ich nach dem ziemlich ausführlichen Berichte von Schmitz für unnöthig.

Ausbildung der Gewebe im Vegetationsscheitel des Stammes und Wachsthum der Gefässbündel.

Successive Querschnitte durch den Vegetationsscheitel des Stammes bei *Peperomia brachyphylla* zeigen, dass der Scheitel aus Meristem besteht; weiter nach unten geht die Rinde in Dauergewebe [1]) über und zwar zuerst auf der Seite, wo die Blätter stehen. Ein noch tieferer Schnitt zeigt, dass einzelne Procambiumstränge des peripherischen Kreises bereits von Dauergewebe umschlossen sind; bald sind alle Stränge des peripherischen Procambiumbündelkreises von Dauergewebe umschlossen. In einem weiteren Stadium geht das Mark innerhalb des markständigen Procambiumbündelkreises in Dauergewebe über und schliesslich folgen die Verbindungen des centralen Markes und der Markpartie innerhalb des äusseren Gefässbündelkreises.

Bei *Peperomia incana*, welche bekanntlich mehr als 2 Gefässbündelkreise erkennen lässt, geht zuerst die Rinde in Dauerge-

1) Dass ein Gewebe in Dauergewebe übergegangen ist, erkennt man an der in den Intercellularräumen befindlichen Luft, wodurch das Gewebe dunkel erscheint.

webe über und dann folgen in centripetaler Ordnung die Grundgewebe-Partieen zwischen den einzelnen Gefässbündelkreisen die in diesen Stadium vorerst als Procambiumstränge anzusehen sind, nach. Die Rinde selbst tritt als Dauergewebe zuerst da auf, wo die grösseren, in das nächste Blatt abgehenden Stränge liegen. Das Collenchym kann selbstverständlich in einem so jungen Stadium nicht als Dauergewebe angesehen werden, da es sich erst bildet.

Auch bei *Chavica Roxburghii* machte ich successive Querschnitte durch die Stammspitze. Hier tritt eine kleine Abweichung in der Ausbildung der Gewebesysteme von der bei den *Peperomieen* beobachteten ein. Zuerst wird die Rinde zu Dauergewebe umgewandelt und dann folgt das Mark innerhalb der markständigen Procambiumstränge. Es bleibt mithin ein Ring von Meristem zwischen centralem Marke und der Rinde.

Die Umwandlung in Dauergewebe beginnt auf Seite der Hauptblattspurstränge und schreitet in seitlicher Richtung und dann in centripetaler weiter.

In dem zwischen Rinde und dem centralen Marke gelegenen Meristemringe treten neben dem Verdickungsringe des äusseren Gefässbündelkreises an der äusseren Seite desselben einzelne Procambium-Stränge auf; es sind diese die Procambiumstränge der grösseren Gefässbündel des peripherischen Kreises. In einem älteren Stadium sieht man, wie der Meristemring durch einen auftretenden Ring von Dauergewebe in zwei getheilt wird, von welchem der äussere mächtig entwickelt ist. Später wird der innere Meristemring durch einzelne, meist 6 Grundgewebe-Partieen, die in Dauergewebe übergehen, in 6 Meristemparticen getheit, welche später zu Procambium- und Gefässsträngen sich umbilden.

In allen Fällen ist die Ausbildung der Procambiumbündel wenigstens der grösseren (und das ist gerade bei *Cav. Roxburghii* von Belang) an der Peripherie eher zu beobachten, als im Marke. Wir sehen also denselben Vorgang hier wieder, wie bei den *Peperomieen* und hierin stimme ich ganz mit Sanio überein. Der peripherische Kreis von Gefässbündeln, soweit es sich um die grösseren Blattspurstränge handelt, entwickelt sich stets früher als der markständige, er mag geschlossen oder ungeschlossen sein. Damit steht auch der Umstand im Zusammenhange und stimmt mit Sanio's und meinen eigenen Beobachtungen überein, dass die Hauptblattspurstränge im peripherischen Kreise stets früher Gefässe im ausgebildeten Zustande enthalten als die markständigen Stränge.

Es erübrigt mir jetzt nur noch, das Wachsthum der Gefässbündel darzustellen.

Ausbildung der Gefässbündel und Gefässe bei Chavica Roxburghii.

Um mir Aufschlüsse darüber zu verschaffen, machte ich durch viele Vegetationsspitzen von *Chav. Roxburghii* stets durch 3 oder 4 junge Internodien Querschnitte in successiver Aufeinanderfolge, oft mehr als 30. Diese Pflanze eignet sich ganz besonders für eine derartige Untersuchung, da man alle Schnitte durch die 4 höchsten Internodien erhalten kann; der Scheitel ist nämlich von der Blattscheide umschlossen und leicht zu durchschneiden.

Da eine Irrung wegen der Regelmässigkeit der Blattstellung der 7 Hauptstränge des peripherischen Kreises und der meist 6 markständigen Stränge nicht möglich ist, so gelang es mir leicht, vollkommen sichere Resultate zu erhalten in Betreff einzelner Gefässstränge und ihrer Ausbildung.

Von den vielen Vegetationsspitzen, welche ich mit Rücksicht auf die Ausbildung der Gefässe untersuchte, nehme ich denjenigen zu meiner Darstellung, welcher für mehrere Stränge die Ausbildung der Gefässe zeigte. Fig. 8 stellt das Längsschema dar.

Schon bei Verfolgung des Gefässbündelverlaufes hatte ich die Beobachtung gemacht, dass die Gefässbündel eines Internodiums von unten nach oben sowohl bezüglich der Ausbildung als auch der Zahl der Gefässe zunehmen, und dass an der Blattinsertionsstelle die Gefässbündel am mächtigsten entwickelt sind. Als ich mich speciell mit dieser Frage beschäftigte, sah ich wiederholt, dass die Gefässbildung an der Insertionsstelle des Blattes beginne und von da nach aufwärts in das Blatt und nach abwärts im Stamme bis zur Ansatzstelle fortschreite.

Die punktirten Linien bezeichnen die noch nicht ausgebildeten Gefässe. Diese Thatsache steht für alle in das Blatt abgehenden Stränge fest; für die peripherischen stammeigenen Stränge kann ich keine Angabe machen, da ich diese bei meiner Untersuchung unberücksichtigt liess.

Damit schliesse ich meine Untersuchung und erlaube mir noch kurz einen Vergleich der Ergebnisse meiner Beobachtungen mit den Resultaten Sanio's zu geben.

Wie ich klar und in möglichster Ausführlichkeit gezeigt habe, sind alle markständigen Gefässbündel Blattspurstränge und verlaufen vom Blatte kommend erst im peripherischen Kreise, lenken

früher oder später, stets im Knoten, in den markständigen Kreis ein und setzen sich in einem der tiefer gelegenen Knoten an die von der Peripherie in das Mark eintretenden Gefässbündel mit ihren Enden an.

Sanio hat für seine Untersuchung jedenfalls ein ungünstiges Object gehabt; allein da er angibt, dass in den oberen jüngeren Internodien markständige Gefässstränge in die Blätter abgehen, hätte er jedenfalls auf den Gedanken kommen können, dass diess auch in älteren Knoten, die auch einmal jung waren, der Fall gewesen sein könnte und dass dieses noch nachgewiesen werden könnte. Ferner erscheint mir der Schluss Sanio's, dass da, wo die Ausbildung der Gefässbündel in denjenigen Pflanzen, wie bei *Begonia*, *Aralia*, *Nymphaea*, welche markständige Gefässbündel besitzen, die markständigen Stränge stammeigene seien, nicht berechtigt. Ich habe mir vorgenommen da, wo nicht die Folgerungen Sanio's aus seinen Resultaten bereits in ihrer Unrichtigkeit erwiesen sind, die nöthigen Untersuchungen zu machen und die sich ergebenden Thatsachen festzustellen.

Sanio erwähnt in seiner Abhandlung, dass die Gefässbündel von unten nach oben wachsen, ohne anzugeben, dass er die entsprechende Ausbildung der Gefässe von unten nach oben wirklich gesehen habe; er ging dabei von seiner Anschauung aus, dass die markständigen Gefässbündel stammeigene seien. Aus seinen eigenen Angaben entnehme ich, dass auch bei *Peperomia blanda* die Gefässbündel des peripherischen Kreises der oberen Internodien mächtiger entwickelt seien als die markständigen Stränge des nächst tieferen. Da nun aber die markständigen Gefässbündel des untern Internodiums im peripherischen Kreise des nächst höheren zu suchen sind, und da diese peripherischen Stränge mächtiger sind, so ziehe ich den wohl berechtigten Schluss, dass auch bei *Pep. blanda* die Gefässe von oben nach unten sich ausbilden.

Es stellen mithin die *Piperaceen* einen Uebergang vom Typus des monocotylen Gefässbündelverlaufes zum dicotylen, wenigstens theilweise, dar.